



Europäische Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 803 520 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
16.12.1998 Patentblatt 1998/51

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: C08F 10/00, C08F 4/64,  
C07C 211/65

(21) Anmeldenummer: 97105878.9

(22) Anmeldetag: 10.04.1997

(54) **Polymerisationskatalysatoren mit beta-Diketiminat-Liganden**

Polymerization catalysts containing beta-diketiminato-ligands

Catalyseurs de polymérisation contenant des ligands du type bêta-dicétiminate

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
BE DE FR GB NL

(30) Priorität: 25.04.1996 DE 19616523

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
29.10.1997 Patentblatt 1997/44

(73) Patentinhaber: **BASF AKTIENGESELLSCHAFT**  
67056 Ludwigshafen (DE)

(72) Erfinder:

- Kristen, Marc Oliver, Dr.  
67117 Limburgerhof (DE)
- Görtz, Hans-Helmut, Dr.  
67251 Freinsheim (DE)
- Deelman, Berth-Jan, Dr.  
4102 XD Culemborg (NL)
- Lappert, Michael Franz, Prof. Dr.  
Brighton BN 16WL (GB)
- Leung, Wing-Por, Prof. Dr.  
Shatin, New Territories (HK)

- Lee, Hung-Kay, Dr.  
Kowloon (HK)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO-A-95/33776 DE-A- 4 218 199  
DE-C- 4 202 889

- JOURNAL OF ORGANOMETALLIC CHEMISTRY, Band 500, 1995 M.F. LAPPERT et al. "Recent studies on metal and metalloid bis(trimethylsilyl)- methyls and the transformation of the bis(trimethylsilyl) methyl into the azaallyl and beta-diketiminato ligands" Seiten 203-217
- JOURNAL OF THE CHEMICAL SOCIETY, CHEMICAL COMMUNICATIONS, Nr. 17, September 07, 1994 P.B. HITCHCOCK et al. "Transformation of the bis(trimethylsilyl)methyl into Azaallyl and Beta-Diketiminato Ligands; the X-Ray Structures of (Li(N(R)C(But)CH(R)))<sub>2</sub> and (Zr(N(R)C(But)CHC(Ph)N(R))Cl<sub>3</sub>) (R=SiMe<sub>3</sub>)t" Seiten 2637-2638

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 803 520 B1

## B schreibung

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind Übergangsmetallkomplexe der allgemeinen Formel I

5



I,

in der die Variablen die folgende Bedeutung haben:

10

M Titan, Zirkonium, Hafnium, Vanadium, Niob, Tantal oder ein Seltenerdmetall,

X Fluor, Chlor, Brom, Iod, Wasserstoff,  $C_1$ - $C_{10}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{15}$ -Aryl oder  $OR^1$ ,

15

$R^1$   $C_1$ - $C_{10}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{15}$ -Aryl, Alkylaryl, Arylalkyl, Fluoralkyl oder Fluoraryl mit jeweils 1 bis 10 C-Atomen im Alkylrest und 6 bis 20 C-Atomen im Arylrest,

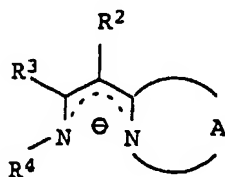
m 1 oder 2,

20

n für den Fall, daß M Titan, Zirkonium oder Hafnium bedeutet, eine Zahl 4-m, oder, für den Fall, daß M Vanadium, Niob oder Tantal bedeutet, eine Zahl 5-m, oder, für den Fall, daß M ein Seltenerdmetall bedeutet, eine Zahl 3-m, und

L ein Ligand der allgemeinen Formel II

25



II,

30

wobei

35

A ein Brückenglied, welches zusammen mit dem Stickstoff- und Kohlenstoffatom, an das es gebunden ist, einen fünf- oder sechsgliedrigen, gegebenenfalls substituierten, aromatischen Ring bildet, welcher noch zwei weitere Heteroatome aus der Gruppe Sauerstoff, Schwefel und Stickstoff enthalten kann und mit einem weiteren zwei-, drei-, oder vierkernigen iso- oder heteroaromatischen System anelliert sein kann,

40

$R^2$  Wasserstoff,  $C_1$ - $C_{10}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{15}$ -Aryl, Tri- $(C_1$ - $C_{10})$ alkylsilyl oder Tri- $(C_6$ - $C_{15})$ arylsilyl,

$R^3$   $C_6$ - $C_{15}$ -Aryl oder  $C_1$ - $C_{10}$ -Alkylreste, welche kein Wasserstoff am  $\alpha$ -C-Atom tragen und

45

$R^4$  Wasserstoff,  $C_1$ - $C_{10}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{15}$ -Aryl, Tri- $(C_1$ - $C_{10})$ alkylsilyl oder Tri- $(C_6$ - $C_{15})$ arylsilyl

bedeuten.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung der Übergangsmetallkomplexe,  $\beta$ -Diketimine, deren Anionen als Liganden für die Übergangsmetallkomplexe dienen, die Verwendung der Übergangsmetallkomplexe als Katalysatoren zur Polymerisation von Olefinen, ein Verfahren zur Herstellung von Polymerisaten mit Hilfe dieser Übergangsmetallkomplexe, die Verwendung der Polymerisate zur Herstellung von Fasern, Folien und Formkörpern sowie solche Fasern, Folien und Formkörper selbst.

50

Übergangsmetallkomplexe von Elementen der 4. Nebengruppe des Periodensystems werden seit langem als Katalysatoren zur Olefinpolymerisation eingesetzt. Bekannt sind beispielsweise Zieglerkatalysatoren und Metallocenkatalysatoren (s. z.B. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5. Aufl., Vol. A21, S. 502-504 (1992)). Auch Übergangsmetallkomplex mit anderen Ligandensystemen wurden als Katalysatoren verwendet wie Azaallyl-(WO 95/33776) und  $\beta$ -Diketiminatkomplexe (J. Organometall. Chem., 500, 203-217 (1995)). Die bekannten Katalysatorsy-

55

steme lassen jedoch bezüglich ihrer Produktspezifität, insbesondere hinsichtlich der Kettenlänge der Polymerisate, noch zu wünschen übrig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, neue Übergangsmetallkomplexe zur Verfügung zu stellen, die sich als Katalysatoren zur Olefinpolymerisation eignen und die Nachteile der bekannten Katalysatoren überwinden.

5 Demgemäß wurden die eingangs genannten Übergangsmetallkomplexe gefunden.

Außerdem wurde ein Verfahren zur Herstellung der Übergangsmetallkomplexe,  $\beta$ -Diketimine, deren Anionen als Liganden für die Übergangsmetallkomplexe dienen, die Verwendung der Übergangsmetallkomplexe als Katalysatoren zur Polymerisation von Olefinen, ein Verfahren zur Herstellung von Polymerisaten mit Hilfe diesen Übergangsmetallkomplexe, die Verwendung der Polymerisate zur Herstellung von Fasern, Folien und Formkörpern sowie solche Fasern, Folien und Formkörper selbst gefunden.

10 Unter den Übergangsmetallen M in der allgemeinen Formel I sind die Elemente der 4. Nebengruppe des Periodensystems bevorzugt, besonders bevorzugt ist Zirkonium.

Als Liganden X sind besonders die Halogene Fluor, Chlor, Brom und Iod zu nennen, besonders bevorzugt ist Chlor. Unter den  $C_1$ - $C_{10}$ -Alkylresten kommen besonders Methyl, Ethyl, Propyl und Butyl in Betracht. Bevorzugter  $C_6$ - $C_{15}$ -Arylrest ist der Phenylrest.

Die Zahlen m und n ergänzen sich jeweils zur Wertigkeit des jeweiligen Übergangsmetallzentralatoms. Die Bedeutung von m ist bevorzugt 1, da Übergangsmetallkomplexe mit einem  $\beta$ -Diketiminatliganden besonders gute katalytische Aktivität zeigen. Dies gilt insbesondere für die Metallkomplexe von Titan und Zirkonium. Bei der Herstellung der Übergangsmetallkomplexe wird jedoch meist erst ein Komplex mit  $m = 2$  erhalten, der dann in einer Komproportionierungsreaktion mit  $MX_{n+m}$  zum Komplex  $L_1MX_n$  umgesetzt wird.

20 Als Reste  $R^2$  im Liganden L der allgemeinen Formel II kommen beispielsweise die Alkylreste Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, Isobutyl, sec-Butyl, tert-Butyl sowie die verschiedenen Isomeren von Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl und Decyl in Betracht.

Weiterhin kommen als  $R^2$   $C_6$ - $C_{15}$ -Arylreste, insbesondere unsubstituierte oder mit Alkylresten aus der oben genannten Gruppe substituierte Phenyl- oder Naphthylreste, in Betracht.

Als weitere Reste  $R^2$  sind Wasserstoff, Triphenylsilyl und Trimethylsilyl zu nennen.

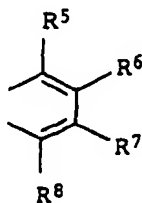
Als Reste  $R^3$  kommen insbesondere unsubstituierte oder mit Methyl, Ethyl oder Halogen substituierte Phenylreste in Betracht, besonders bevorzugt p-Methylphenyl und Pentafluorphenyl. Unter den  $C_1$ - $C_{10}$ -Alkylresten, die kein Wasserstoffatom am  $\alpha$ -C-Atom tragen, ist besonders tert-Butyl zu nennen.

30 Als Reste  $R^4$  kommen die gleichen Reste in Betracht, wie sie für  $R^2$  genannt wurden, vorzugsweise Trialkylsilyl- oder Triarylsilylreste, besonders bevorzugt Trimethylsilyl.

Das Brückenglied A ergänzt die Gruppierung  $>C=N-$  zu einem fünf- oder sechsgliedrigen Ringsystem. Dieses Ringsystem kann noch zwei weitere Heteroatome tragen, so daß beispielsweise Ringsysteme aus der Pyridin-, Pyridazin-, Pyrimidin-, Pyrazin-, Triazin-, Pyrrol-, Pyrazol-, Thiazol- oder Oxazolreihe vorliegen. Diese Ringsysteme können noch mit einem weiteren zwei-, drei- oder vierkernigen iso- oder heteroaromatischen System anelliert sein, so daß beispielsweise Ringsysteme aus der Indol-, Indazol-, Chinolin-, Isochinolin- oder Chinazolinreihe vorliegen.

Vorzugsweise ergänzt das Brückenglied A die Gruppierung  $>C=N-$  zu einem Pyridin-, Chinolin- oder Isochinolin-ringsystem.

Bevorzugt sind Übergangsmetallkomplexe, in denen A ein Brückenglied der allgemeinen Formel III



III

50 bedeutet, in der die Substituenten

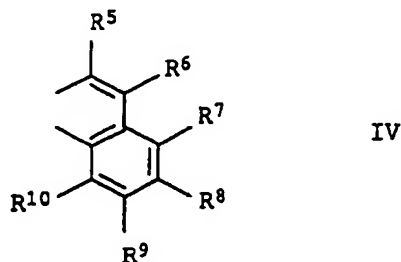
$R^5, R^6, R^7, R^8$  Wasserstoff,  $C_1$ - $C_{10}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{15}$ -Aryl oder entsprechende über Sauerstoff, Schwefel, Stickstoff oder Phosphor gebundene Substituenten, Nitro oder Nitroso

55 bedeuten.

Die Substituenten  $R^5, R^6, R^7$  und  $R^8$  sind vorzugsweise Wasserstoff. Als Alkyl- und Arylreste kommen z.B. die unter  $R^2$  genannten Reste in Betracht. Weiterhin kommen Substituenten in Betracht, bei denen Wasserstoff oder die oben genannten Alkyl- oder Arylrest über Sauerstoff, Schwefel, Stickstoff oder Phosphor gebunden sind wie Alkoxy,

Alkylthio, Monoalkylamino, Dialkylamino, Dialkylphosphino, Aryloxy, Arylthio, Monoarylamino, Diarylamino oder Diarylphosphino.

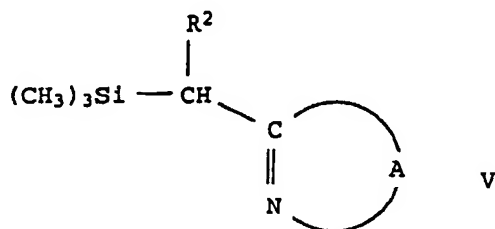
Bevorzugt sind auch Übergangsmetallkomplexe, in denen A ein Brückenglied der allgemeinen Formel IV



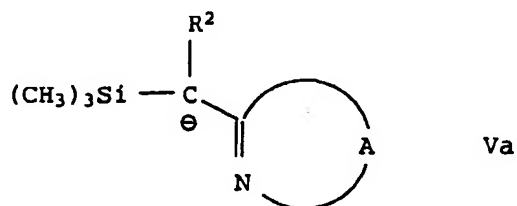
bedeutet, in der die Substituenten R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> und R<sup>8</sup> die oben genannte Bedeutung und R<sup>9</sup> und R<sup>10</sup> ebenfalls diese Bedeutung haben.

Für die Substituenten R<sup>9</sup> und R<sup>10</sup> gelten die gleichen Bevorzugungen wie sie für die Reste R<sup>5</sup> und R<sup>8</sup> genannt wurden.

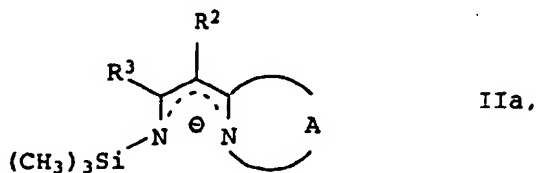
Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Übergangsmetallkomplexe wurde ein Verfahren gefunden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man eine Verbindung der allgemeinen Formel V



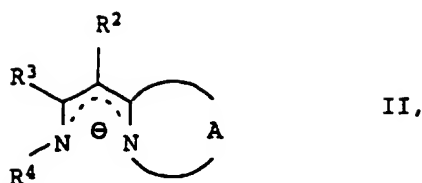
mit einer starken Base in das Anion Va



überführt, mit einem Nitril R<sup>3</sup>-CN zum Anion IIa



umsetzt, gewünschtenfalls die Schutzgruppe (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Si- durch Umsetzung mit einer Verbindung R<sup>4</sup>-Halogen ersetzt und das so erhaltene Anion II



10 mit Übergangsmetallverbindungen der Formel  $MX_{m+n}$  umgesetzt.

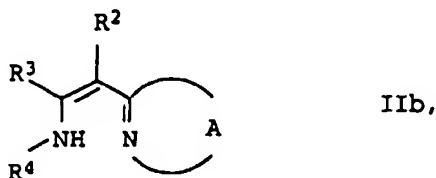
Die Ausgangsverbindungen V können in bekannter Weise erhalten werden. Die Herstellung ist z.B. in J. Chem. Soc., Dalton Trans. 1990, 1161, beschrieben.

Als starke Base zur Überführung von V in das Anion Va kann z.B. Butyl-Lithium dienen. (Das Gegenion, in diesem Fall  $Li^+$ , wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit im Formelschema nicht aufgeführt).

15 Die Reaktionsbedingungen sind an sich nicht kritisch.

Als besonders geeignet hat sich die Herstellung in einem Hexan-Diethylether-Gemisch als Lösungsmittel bei ca. 20°C unter einer Schutzgasatmosphäre aus Stickstoff oder Argon erwiesen.

Durch Protonierung, z.B. in Gegenwart von Wasser, lassen sich aus den Anionen II die  $\beta$ -Diketimine der allgemeinen Formel IIb



25 in der die Variablen die oben genannte Bedeutung haben, erhalten. Diese  $\beta$ -Diketimine sind lagerstabil und stellen wertvolle Zwischenprodukte zur Herstellung der erfindungsgemäßen Übergangsmetallkomplexe dar.

Die erfindungsgemäßen Übergangsmetallkomplexe finden Verwendung als Katalysatoren zur Polymerisation von Olefinen.

30 Bevorzugte polymerisierbare Olefine sind Ethylen, Propylen, But-1-en, Pent-1-en, Hex-1-en, Oct-1-en sowie Mischungen dieser Olefine.

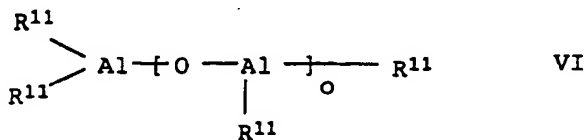
35 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Polymerisaten von  $C_2$ - $C_{10}$ -Alk-1-enen bei Drücken von 0,5 bis 3000 bar und Temperaturen von -50 bis 300°C unter Verwendung eines Katalysatorsystems ist dadurch gekennzeichnet, daß das Katalysatorsystem als aktive Bestandteile

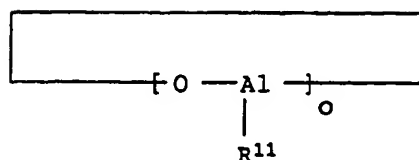
40 a) Übergangsmetallkomplexe gemäß der Formel I



45 und

b<sub>1</sub>) eine offenkettige oder cyclische Alumoxanverbindung der allgemeinen Formeln VI oder VII





in der R<sup>11</sup> eine C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe bedeutet und o für eine Zahl von 5 bis 30 steht und/oder

b<sub>2</sub>) kationenbildende Verbindungen enthält.

Der Rest R<sup>11</sup> bedeutet bevorzugt Methyl oder Ethyl, o steht bevorzugt für eine Zahl von 10 bis 25.

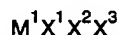
Die Herstellung der oligomeren Alumoxanverbindungen erfolgt üblicherweise durch Umsetzung einer Lösung von Trialkylaluminium mit Wasser und ist u.a. in der EP-A 284 708 und der US-A 4 794 096 beschrieben.

In der Regel liegen die dabei erhaltenen oligomeren Alumoxanverbindungen als Gemische unterschiedlich langer, sowohl linearer als auch cyclischer Kettenmoleküle vor, so daß m als Mittelwert anzusehen ist. Die Alumoxanverbindungen können auch im Gemisch mit anderen Metallalkylen, bevorzugt mit Aluminiumalkylen, vorliegen.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die erfindungsgemäßen Übergangsmetallkomplexe und die oligomere Alumoxanverbindung in solchen Mengen zu verwenden, daß das atomare Verhältnis zwischen Aluminium aus der oligomeren Alumoxanverbindung und dem Übergangsmetall im Bereich von 10:1 bis 10<sup>6</sup>:1, insbesondere im Bereich von 10:1 bis 10<sup>4</sup>:1, liegt.

Geeignete kationenbildende Verbindungen sind insbesondere starke, neutrale Lewisäuren, ionische Verbindungen mit lewissauren Kationen und ionische Verbindungen mit Brönsted-Säuren als Kation.

Als starke, neutrale Lewisäuren sind Verbindungen der allgemeinen Formel VII



VII

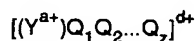
bevorzugt, in der

M<sup>1</sup> ein Element der III. Hauptgruppe des Periodensystems bedeutet, insbesondere B, Al oder Ga, vorzugsweise B,

X<sup>1</sup>, X<sup>2</sup> und X<sup>3</sup> für Wasserstoff, C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alkyl, C<sub>6</sub>- bis C<sub>15</sub>-Aryl, Alkylaryl, Arylalkyl, Halogenalkyl oder Halogenaryl mit jeweils 1 bis 10 C-Atomen im Alkylrest und 6 bis 20 C-Atome im Arylrest oder Fluor, Chlor, Brom oder Jod stehen, insbesondere für Halogenaryle, vorzugsweise für Pentafluorphenyl.

Besonders bevorzugt sind Verbindungen der allgemeinen Formel VII, in denen X<sup>1</sup>, X<sup>2</sup> und X<sup>3</sup> gleich sind, vorzugsweise Tris(pentafluorphenyl)boran.

Als ionische Verbindungen mit lewissauren Kationen sind Verbindungen der allgemeinen Formel VIII



VIII

geeignet, in denen

Y ein Element der I. bis VI. Hauptgruppe oder der I. bis VIII. Nebengruppe des Periodensystems bedeutet,

Q<sub>1</sub> bis Q<sub>z</sub> für einfach negativ geladene Reste wie C<sub>1</sub>- bis C<sub>28</sub>-Alkyl, C<sub>6</sub>- bis C<sub>15</sub>-Aryl, Alkylaryl, Arylalkyl, Halogenalkyl, Halogenaryl mit jeweils 6 bis 20 C-Atomen im Aryl- und 1 bis 28 C-Atome im Alkylrest, C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>-Cycloalkyl, welches gegebenenfalls mit C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alkylgruppen substituiert sein kann, Halogen, C<sub>1</sub>- bis C<sub>28</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>- bis C<sub>15</sub>-Aryloxy, Silyl- oder Mercaptylgruppen

a für ganze Zahlen von 1 bis 6 steht

z für ganze Zahlen von 0 bis 5

d der Differenz a-z entspricht, wobei d jedoch größer oder gleich 1 ist.

5 Besonders geeignet sind Carboniumkationen, Oxoniumkationen und Sulfoniumkationen sowie kationische Übergangsmetallkomplexe. Insbesondere sind das Triphenylmethylkation, das Silberkation und das 1,1'-Dimethylferrocenylkation zu nennen. Bevorzugt besitzen sie nicht koordinierende Gegenionen, insbesondere Borverbindungen, wie sie auch in der WO 91/09882 genannt werden, bevorzugt Tetrakis(pentafluorophenyl)borat.

10 Ionische Verbindungen mit Brönsted-Säuren als Kationen und vorzugsweise ebenfalls nicht koordinierende Gegenionen sind in der WO 91/09882 genannt, bevorzugtes Kation ist das N,N-Dimethylanilinium.

Die Menge an kationenbildenden Verbindungen beträgt bevorzugt 0,1 bis 10 Äquivalente, bezogen auf den Übergangsmetallkomplex I.

Als Lösungsmittel für diese Katalysatorsysteme werden übliche aromatische Kohlenwasserstoffe eingesetzt, bevorzugt mit 6 bis 20 C-Atomen, insbesondere Xylole und Toluol sowie deren Mischungen.

15 Bei der Herstellung der Polymerisate von C<sub>2</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alk-1-enen kann auch ein geträgertes Katalysatorsystem eingesetzt werden. Geeignete Trägermaterialien sind beispielsweise Kieselgele, bevorzugt solche der Formel SiO<sub>2</sub> · a Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, worin a für eine Zahl im Bereich von 0 bis 2 steht, vorzugsweise 0 bis 0,5; dies sind also Alumosilikate oder Siliciumdioxid. Vorzugsweise weisen die Träger einen Teilchendurchmesser im Bereich von 1 bis 200 µm auf, insbesondere von 30 bis 80 µm. Derartige Produkte sind im Handel erhältlich, z.B. Silica Gel 332 der Fa. Grace.

20 Unter Polymerisaten von C<sub>2</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alk-1-enen sind Homo- oder Copolymerisate von C<sub>2</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alk-1-enen, insbesondere von C<sub>2</sub>- bis C<sub>6</sub>-Alk-1-enen zu verstehen. Bevorzugt sind Homopolymerisate des Ethylens oder des Propylens und Copolymerisate von Ethylen und Propylen, Ethylen und But-1-en, Ethylen und Pent-1-en, Ethylen und Hex-1-en sowie Propylen und But-1-en, Propylen und Pent-1-en wie auch Propylen und Hex-1-en. Der Anteil an Comonomeren kann dabei bis zu 50 Gew.-%, insbesondere bis zu 30 Gew.-% betragen.

25 Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl in Lösung, in einer Suspension, in der Gasphase oder aber als Substanzpolymerisation durchgeführt werden. Bevorzugt wird das Verfahren zur Herstellung der Polymerisate von C<sub>2</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alk-1-enen in der Gasphase durchgeführt. Die Polymerisationsbedingungen sind an sich unkritisch; Drücke von 0,5 bis 3000 bar, bevorzugt von 1 bis 80 bar und Temperaturen von -50 bis +300°C, bevorzugt von 0 bis 150°C haben sich als geeignet erwiesen. Die Polymerisation kann in Anwesenheit von üblichen Reglern, beispielsweise Wasserstoff oder C<sub>2</sub>-C<sub>8</sub>-Alk-1-enen und in üblichen Polymerisationsreaktoren durchgeführt werden.

30 Bei einem bevorzugten Verfahren zur Herstellung von Homopolymerisaten von C<sub>2</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alk-1-enen geht man so vor, daß die aktiven Bestandteile des Katalysatorsystems in Toluol bei Temperaturen im Bereich von 0 bis 140°C vorgelegt werden.

Hierzu wird dann über einen Zeitraum von 0,5 bis 12 Stunden das C<sub>2</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alk-1-en bei einem Druck von 1 bis 60 bar aufgepreßt. Die Aufarbeitung der Polymerisate erfolgt dann nach üblichen Methoden.

35 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Polymerisaten von C<sub>2</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alk-1-enen zeichnet sich durch geringen verfahrenstechnischen Aufwand aus.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Polymerisate von C<sub>2</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alk-1-enen weisen ein ausgewogenes Eigenschaftsprofil auf. Die Polymerisate zeigen insbesondere sehr hohe Molekulargewichte und eignen sich insbesondere zur Herstellung von Fasern, Folien und Formkörpern.

#### Beispiele

##### Beispiel 1

45 Synthese von [Li{N(SiMe<sub>3</sub>)C(Ph)C(H)(C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N-2)}]<sub>2</sub>

50 [Li{CH(SiMe<sub>3</sub>)(C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N-2)}]<sub>2</sub> wurde dargestellt, indem 5,13 g (31 mmol) CH<sub>2</sub>(SiMe<sub>3</sub>)(C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N-2) bei Zimmertemperatur zu einer Lösung von n-Butyl-Lithium (32 mmol) in 20 ml Hexan und 20 ml Diethylether gegeben wurden. Nach Rühren des Reaktionsgemisches für 30 min bei Zimmertemperatur wurde die Suspension mit 35 ml Diethylether verdünnt. Es wurden 3,3 ml (32 mmol) Benzonitril tropfenweise bei Zimmertemperatur dazugegeben. Das Reaktionsgemisch wurde für 16 h gerührt, dann wurden die flüchtigen Bestandteile im Vakuum entfernt. Der Rückstand wurde bei 50°C im Vakuum getrocknet. Kristalle wurden durch langsames Abkühlen einer heißen Hexanlösung (50 ml) auf 0°C erhalten.

55 Ausbeute: 2,89 g (34 %)

<sup>1</sup>H NMR (360 MHz, C<sub>6</sub>D<sub>6</sub>): δ 8.05 (m, 1H, py), 7.90 (d, J=7.4 Hz, 2H, Ph), 7.29 (t, J=7.4, 2H, pH), 7.20 (d, J=7.2, 1H, py), 6.99 (t, J=7.8, 1H, pH), 6.73 (d, J=7.9 Hz, 1H, py), 6.41 (ps, t, 1H, py), 6.24 (s, 1H, CH), -0.02 (s, 9H, SiMe<sub>3</sub>).  
<sup>13</sup>C NMR (62.9 MHz, C<sub>6</sub>D<sub>6</sub>/C<sub>6</sub>D<sub>6</sub>): δ 165.3 (NCPH), 160.5, 148.5, 147.2, 137.3, 129.2, 128.2, 127.9, 124.1 und 117.6

(aryl C), 107.1 (CH), 2.5 (SiMe<sub>3</sub>).

## Beispiel 2

### 5 Synthese von [Li{N(SiMe<sub>3</sub>)C(Ph)C(SiMe<sub>3</sub>)(C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N-2)}]<sub>2</sub>

10 [Li{C(SiMe<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N-2)}]<sub>2</sub> wurde dargestellt, indem 8,0 ml (7,4 g, 31 mmol) CH(SiMe<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N-2) bei Zimmertemperatur zu einer Lösung von n-Butyl-Lithium (32 mmol) in 20 ml Hexan und 50 ml Diethylether gegeben wurden. Das Reaktionsgemisch wurde für 1 h bei Zimmertemperatur gerührt. Es wurden 3,2 ml (31 mmol) Benzonitril tropfenweise bei Zimmertemperatur dazugegeben. Das Reaktionsgemisch wurde für 15 h gerührt, dann wurden die flüchtigen Bestandteile im Vakuum entfernt. Der Rückstand wurde in 50 ml Hexan suspendiert, auf -30°C gekühlt und dann auf einer Fritte gesammelt. Das Produkt wurde mit 30 ml Pentan gewaschen.

Ausbeute: 7,37 g (68 %)

15 <sup>1</sup>H NMR (250 MHz, C<sub>4</sub>D<sub>8</sub>O): δ 8.13 (ddd, J=5.2, 2.0, 0.9 Hz, 1H, py), 7.38 (ddd, J=8.3, 7.1, 2.0 Hz, 1H, py), 7.33-7.29 (m, 2H, Ph), 7.18-7.15 (m, Ph), 7.11 (dt, J=8.3, 1.0 Hz, 1H, py), 6.68 (ddd, J=7.1, 5.2, 1.2 Hz, 1H, py), -0.36 (s, 9H, SiMe<sub>3</sub>), -0.41 (s, 9H, SiMe<sub>3</sub>).

<sup>13</sup>C NMR (62.9 MHz, C<sub>4</sub>D<sub>8</sub>O): δ 174.2 (NCPH), 167.0, 151.5, 146.4, 135.0, 130.8, 127.6, 127.2, 125.8 und 115.7 (aryl C), 99.0 (CSiMe<sub>3</sub>), 3.8 (SiMe<sub>3</sub>).

## 20 Beispiel 3

### Synthese von [Li{N(SiMe<sub>3</sub>)C(Ph)C(SiMe<sub>3</sub>)(C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>N-2)}]<sub>2</sub>

25 CH<sub>2</sub>(SiMe<sub>3</sub>)(C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>N-2) (0,9 ml, 4,1 mmol) wurden bei 0°C tropfenweise zu einer Lösung von n-Butyl-Lithium (2,5 ml, 4,0 mmol) in Hexan, verdünnt mit 5 ml Diethylether gegeben. Die Lösung wurde für 30 min bei Zimmertemperatur gerührt; dann wurden 0,5 ml (4,0 mmol) SiMe<sub>3</sub>Cl dazugegeben. Nach 15 stündigem Rühren bei Zimmertemperatur wurde die Suspension filtriert und mit 2,4 ml (3,8 mmol) n-Butyl-Lithium bei 0°C versetzt. Die Lösung wurde für 15 min bei Zimmertemperatur gerührt, dann wurden 0,4 ml (3,9 mmol) Benzonitril bei 0°C zugegeben. Nach dem das Reaktionsgemisch für 15 h gerührt wurde, wurden die flüchtigen Bestandteile im Vakuum entfernt und der Rückstand für 30 min bei 50°C im Vakuum getrocknet. Der Rückstand wurde zweimal mit je 10 ml Hexan gewaschen.

Ausbeute: 1,02 g (64 %)

35 <sup>1</sup>H NMR (250 MHz, C<sub>4</sub>D<sub>8</sub>O): δ 7.80 (t, J=9.0 Hz, 2H, qui), 7.60 (dd, J=7.9, 1.2 Hz, 1H, Ph), 7.45 (m, 1H, Ph), 7.34 (m, 3H, aryl H), 7.20 (m, 4H, aryl H), -0.32 (s, 9H, SiMe<sub>3</sub>), -0.38 (s, 9H, SiMe<sub>3</sub>). <sup>13</sup>C NMR (62.9 MHz, C<sub>4</sub>D<sub>8</sub>O): δ 174.8, (NCPH), 167.7, 151.2, 148.6, 133.7, 130.9, 128.5, 128.0, 127.7, 127.5, 127.4, 126.8, 125.9 und 123.2 (aryl C), 100.6 (CSiMe<sub>3</sub>), 4.1 (SiMe<sub>3</sub>), 3.8 (SiMe<sub>3</sub>).

## Beispiel 4

### 40 Synthese von Zr{N(SiMe<sub>3</sub>)C(Ph)C(H)(C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N-2)}<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

Eine Lösung von 2,38 g (4,34 mmol) der Beispielverbindung 1 in 12 ml THF wurde zu einer Lösung von 0,99 g (4,25 mmol) ZrCl<sub>4</sub> in 60 ml THF bei 0°C gegeben. Das Reaktionsgemisch ließ man auf Zimmertemperatur erwärmen, dann 15 h rühren und anschließend 1,5 h refluxieren. Die flüchtigen Bestandteile wurden im Vakuum entfernt und der Rückstand mit 10 ml Hexan, 50 ml Diethylether und Dichlormethan (2x25 ml) extrahiert. Die vereinigten Extrakte wurden auf 50 ml konzentriert und anschließend auf -30°C gekühlt. Die so erhaltenen Kristalle wurden mit 5 ml Hexan gewaschen. Ausbeute: 1,58 g (53 %).

45 <sup>1</sup>H NMR (360 MHz, C<sub>6</sub>D<sub>6</sub>): δ 9.04 (d, J=6.0 Hz, 2H, py), 7.66 (d, J=7.2 Hz, 4H, Ph), 7.1-7.0 (m, 6H, Ph), 6.77 (t, J=7.7 Hz, 2H, py), 6.35 (d, J=7.9 Hz, 2H, py), 6.30 (t, J=6.6, 2H, py), 6.05 (s, 2H, CH), 0.21 (s, 18H, SiMe<sub>3</sub>).

50 <sup>13</sup>C NMR (62.9 MHz, C<sub>6</sub>D<sub>6</sub>): δ 155.0 (NCPH), 154.2, 149.8, 141.2, 138.0, 129.2, 128.8, 127.9, 123.3 und 120.2 (aryl C), 111.2 (CH), 3.1 (SiMe<sub>3</sub>).

## Beispiel 5

### 55 Synthese von Zr{N(SiMe<sub>3</sub>)C(Ph)C(SiMe<sub>3</sub>)(C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N-2)}<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

Zu einer Lösung von 1,33 g (5,71 mmol) ZrCl<sub>4</sub> in 60 ml Diethylether wurden 3,86 g (5,70 mmol) der Beispielverbindung 2 gegeben. Das Reaktionsgemisch wurde für 16 h gerührt, dann wurden die flüchtigen Bestandteile im Vakuum entfernt. Der Rückstand wurde mit 2x50 ml Dichlormethan extrahiert und zweimal abfiltriert. Die flüchtigen Bestandteile



## EP 0 803 520 B1

wurden im Vakuum entfernt und der Rückstand aus 50 ml Toluol bei -30°C umkristallisiert.

Ausbeute: 1,32 g (1,57 mmol).

Durch Konzentration der Mutterlauge wurden weitere 1,13 g Produkt erhalten.

Gesamtausbeute : 2,45 g (54 %).

- 5  $^1\text{H}$  NMR (360 MHz,  $\text{C}_6\text{D}_6$ ):  $\delta$  8.59-8.58 (m, 2H, py), 7.68 (d,  $J=5.7$  Hz, 2H, Ph), 7.63 (d,  $J=6.6$  Hz, 2H, Ph), 7.28 (d,  $J=8.1$  Hz, 2H, py), 7.12 (m, 6H, Ph), 6.87 (td,  $J=7.7$  Hz, 1.7 Hz, 2H, py), 6.00 (t,  $J=6.0$  Hz, 2H, py), 0.03 (s, 18H,  $\text{SiMe}_3$ ), 0.01 (s, 18H,  $\text{SiMe}_3$ ).  $^{13}\text{C}$  NMR (62.9 Hz,  $\text{C}_6\text{D}_6$ ):  $\delta$  165.0 (NCPh), 162.9, 149.8, 143.4, 137.9, 130.4, 129.3, 128.6, 128.4, 128.3, 127.9, 127.0 und 125.8 (aryl C), 118.6 und 118.3 ( $\text{CSiMe}_3$ ), 4.3 und 2.3 ( $\text{SiMe}_3$ ).

### 10 Beispiel 6

Synthese von  $\text{Zr}\{\text{N}(\text{SiMe}_3)\text{C}(\text{Ph})\text{C}(\text{SiMe}_3)(2\text{-C}_9\text{H}_6\text{N})\}_2\text{Cl}_2$

- 15 Zu einer Suspension von 0,5 g (2,2 mmol)  $\text{ZrCl}_4$  in 50 ml Diethylether wurden 1,7 g (4,3 mmol) der Beispielverbindung 3 gegeben. Das Reaktionsgemisch wurde für 3 h gerührt, dann wurden die flüchtigen Bestandteile im Vakuum entfernt. Der Rückstand wurde mit 45 ml warmem Toluol extrahiert und abfiltriert. Das Filtrat wurde im Vakuum bis zur Trockene eingedunstet und der Rückstand mit 25 ml Hexan extrahiert. Der Feststoff wurde aus einem Gemisch von Dichlormethan und Diethylether (1:1, v:v) umkristallisiert. Ausbeute: 0,78 g (37 %).

- 20  $^1\text{H}$  NMR (360 MHz,  $\text{C}_6\text{D}_6$ ):  $\delta$  8.82 (d,  $J=8.3$  Hz, 2H, qui), 8.28 (d,  $J=8.4$  Hz, 2H, qui), 7.80 (d,  $J=6.9$  Hz, 2H, Ph), 7.54 (d,  $J=8.6$  Hz, 2H, Ph), 7.26-7.17 (m, 8H, Ph und qui), 6.77-6.75 (m, 2H, qui), 6.60-6.57 (m, 4H, qui), 0.09 (s, 18H,  $\text{SiMe}_3$ ), 0.08 (s, 18H,  $\text{SiMe}_3$ ).

$^{13}\text{C}$  NMR (62.9 MHz,  $\text{C}_6\text{D}_6/\text{C}_6\text{H}_6$ ):  $\delta$  166.5 (NCPh), 163.5, 145.8, 142.8, 138.7, 135.1, 131.5, 130.7, 129.8, 127.3, 126.9, 126.5, 124.9, 119.5 und 118.4 (aryl C), 104.9 ( $\text{CSiMe}_3$ ), 3.9 und 2.6 ( $\text{SiMe}_3$ ).

### 25 Beispiel 7

Synthese von  $\text{Zr}\{\text{N}(\text{SiMe}_3)\text{C}(\text{Ph})\text{C}(\text{SiMe}_3)(2\text{-C}_9\text{H}_6\text{N})\}\text{Cl}_3$

- 30 Zu einer Suspension von 0,63 g (2,7 mmol)  $\text{ZrCl}_4$  in 35 ml Toluol wurden 2,16 g (2,57 mmol) der Beispielverbindung 5 gegeben. Das Reaktionsgemisch wurde für 16 h gerührt, dann wurden die flüchtigen Bestandteile im Vakuum entfernt. Der Rückstand wurde mit 20 ml Hexan extrahiert.

Ausbeute: 1,73 g (3,22 mmol), 63 %).

- 35  $^1\text{H}$  NMR (360 MHz,  $\text{CD}_2\text{Cl}_2$ ):  $\delta$  8.88 (d,  $J=5.4$  Hz, 1H, py), 8.36 (t,  $J=8.1$  Hz, 1H, py), 7.29 (d,  $J=8.1$  Hz, 1H), 7.73-7.42 (6H, Ph und py), -0.09 (s, 9H,  $\text{SiMe}_3$ ), -0.28 (s, 9H,  $\text{SiMe}_3$ ).

### Beispiel 8

Synthese von  $\text{Zr}\{\text{N}(\text{SiMe}_3)\text{C}(\text{Ph})\text{C}(\text{SiMe}_3)(2\text{-C}_9\text{H}_6\text{N})\}\text{Cl}_3$

- 40 Zu einer Suspension von 0,39 g (1,67 mmol)  $\text{ZrCl}_4$  in 25 ml Dichlormethan wurden 1,53 g (1,63 mmol) der Beispielverbindung 6 gegeben. Das Reaktionsgemisch wurde für 16 h gerührt, dann wurde abfiltriert und das Filtrat auf 10 ml aufkonzentriert. Kühlen der Lösung auf -30°C ergab 0,81 g Kristalle. Aus der Mutterlauge konnte weitere Substanz gewonnen werden.

Gesamtausbeute: 1,10 g (57 %).

- 45  $^1\text{H}$  NMR (360 MHz,  $\text{CD}_2\text{Cl}_2$ ):  $\delta$  8.80 (d,  $J=8.7$  Hz, 1H, qui), 8.75 (d,  $J=8.4$  Hz, 1H, qui), 8.0-7.5 (14H, Ph und qui), 7.40 (t,  $J=7.5$  Hz, 1H), 7.25 (t,  $J=7.7$  Hz, 1H), 6.95 (t,  $J=7.3$  Hz, 1H), 6.86 (t,  $J=7.6$  Hz, 1H), 6.65 (d,  $J=8.4$  Hz, 1H, qui), 6.34 (d,  $J=8.6$  Hz, 1H, qui), 0.26 (s, 9H,  $\text{SiMe}_3$ ), -0.10 (s, 9H,  $\text{SiMe}_3$ ), -0.20 (s, 9H,  $\text{SiMe}_3$ ), -0.31 (s, 9H,  $\text{SiMe}_3$ ).

### Beispiel 9

50

Ethylenpolymerisation

- 55 In einem typischen Experiment wurden 31 mg (0,053 mmol) der Beispielverbindung 8 mit 3,5 ml (5,4 mmol Al) einer 10 gew.-%igen Lösung von Methylalumoxan (MAO) in Toluol bei Raumtemperatur umgesetzt. Die Lösung wurde mit 31,5 ml Toluol verdünnt, entgast und dann bei Raumtemperatur unter einen Druck von 1,5 bar Ethylen gesetzt. Nach 30 min wurde die Polymerisation durch Zugabe von methanolischer HCl abgebrochen. Das Polymer wurde isoliert, mit 1 M HCl-Lösung, Wasser und Methanol gewaschen und dann bei 80°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Weitere analog durchgeführte Beispiele sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1:

| Ethylenpolymerisation:                             |                           |                 |                         |                     |                     |                     |
|--|---------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Katalysator gemäß Beispiel                         | Einwaage Katalysator (mg) | MAO-Lösung (ml) | zugesetztes Toluol (ml) | Reaktionszeit (min) | Ausbeute an PE (mg) | $\eta$ -Wert (dl/g) |
| 4  | 50                        | 5               | 20                      | 60                  | 10                  | 11.2                |
| 7  | 41                        | 5               | 45                      | 25                  | 620                 | 9.1                 |
| 8  | 31                        | 3.5             | 32                      | 25                  | 150                 | 7.3                 |
| Die $\eta$ -Werte wurden nach ISO 1628-3 bestimmt. |                           |                 |                         |                     |                     |                     |

## Patentansprüche

### 1. Übergangsmetallkomplexe der allgemeinen Formel I



I,

in der die Variablen die folgende Bedeutung haben:

M Titan, Zirkonium, Hafnium, Vanadium, Niob, Tantal oder ein Seltenerdmetall,

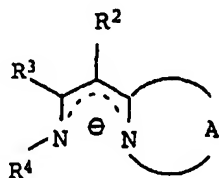
X Fluor, Chlor, Brom, Iod, Wasserstoff, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-Aryl oder OR<sup>1</sup>,

R<sup>1</sup> C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-Aryl, Alkylaryl, Arylalkyl, Fluoralkyl oder Fluoraryl mit jeweils 1 bis 10 C-Atomen im Alkylrest und 6 bis 20 C-Atomen im Arylrest,

m 1 oder 2,

n für den Fall, daß M Titan, Zirkonium oder Hafnium bedeutet, eine Zahl 4-m, oder,  
für den Fall, daß M Vanadium, Niob oder Tantal bedeutet, eine Zahl 5-m, oder,  
für den Fall, daß M ein Seltenerdmetall bedeutet, eine Zahl 3-m, und

L ein Ligand der allgemeinen Formel II



II,

wobei

A ein Brückenglied, welches zusammen mit dem Stickstoff- und Kohlenstoffatom, an das es gebunden ist, einen fünf- oder sechsgliedrigen, gegebenenfalls substituierten, aromatischen Ring bildet, welcher noch zwei weitere Hetero-atome aus der Gruppe Sauerstoff, Schwefel und Stickstoff enthalten kann und mit einem weiteren zwei-, drei- oder vierkernigen iso- oder heteroaromatischen System anelliert sein kann,

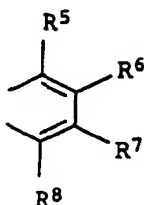
R<sup>2</sup> Wasserstoff, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-Aryl, Tri-(C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>)alkylsilyl oder Tri-(C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>)arylsilyl,

R<sup>3</sup> C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-Aryl-, C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-Fluoraryl-, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkyl- oder C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Fluoralkylreste, welche kein Wasserstoff am  $\alpha$ -C-Atom tragen und

$R^4$  Wasserstoff,  $C_1$ - $C_{10}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{15}$ -Aryl, Tri- $(C_1$ - $C_{10})$ alkylsilyl oder Tri- $(C_6$ - $C_{15})$ arylsilyl

bedeuten.

2. Übergangsmetallkomplexe nach Anspruch 1, in denen A ein Brückenglied der allgemeinen Formel III



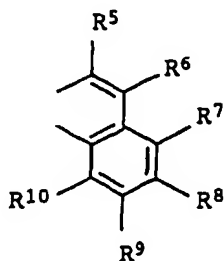
III

bedeutet, in der die Substituenten

$R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$ ,  $R^8$  Wasserstoff,  $C_1$ - $C_{10}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{15}$ -Aryl oder entsprechende über Sauerstoff, Schwefel, Stickstoff oder Phosphor gebundene Substituenten, Nitro oder Nitroso,

bedeuten.

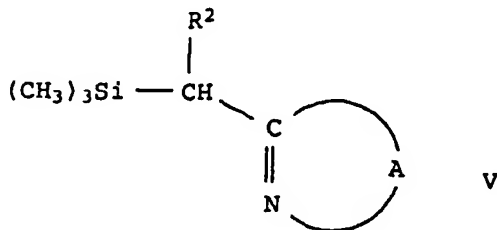
3. Übergangsmetallkomplexe nach Anspruch 1, in denen A ein Brückenglied der allgemeinen Formel IV



IV

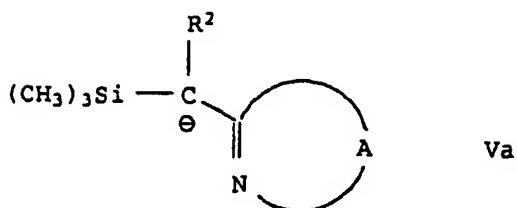
bedeutet, in der die Substituenten  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$  und  $R^8$  die oben genannte Bedeutung und  $R^9$  und  $R^{10}$  ebenfalls diese Bedeutung haben.

4. Verfahren zur Herstellung der Übergangsmetallkomplexe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Verbindung der allgemeinen Formel V

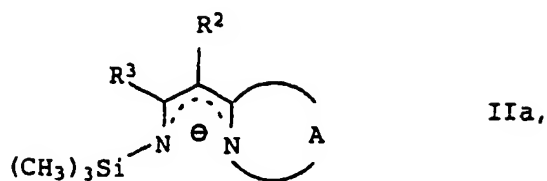


V

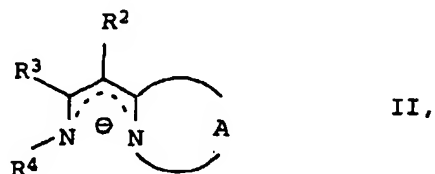
mit einer starken Base in das Anion Va



10 überführt, mit einem Nitril  $R^3-CN$  zum Anion IIa

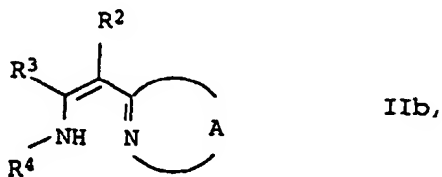


umsetzt, gewünschtenfalls die Schutzgruppe  $(CH_3)_3Si-$  durch Umsetzung mit einer Verbindung  $R^4$ -Halogen ersetzt und das so erhaltene Anion II



mit Übergangsmetallverbindungen der Formel  $MX_{m+n}$  umgesetzt.

35 5.  $\beta$ -Diketimine der allgemeinen Formel IIb



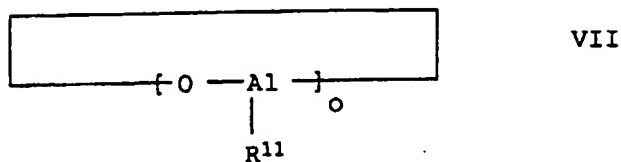
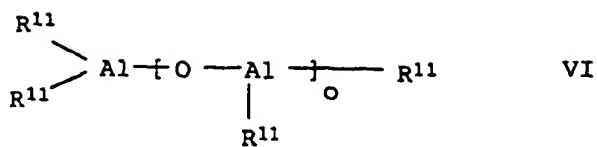
45 in der die Variablen die oben genannte Bedeutung haben.

6. Verwendung von Übergangsmetallkomplexen gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 als Katalysatoren zur Polymerisation von Olefinen.

50 7. Verfahren zur Herstellung von Polymerisaten von  $C_2-C_{10}$ -Alk-1-enen bei Drücken von 0,5 bis 3000 bar und Temperaturen von  $-50$  bis  $300^\circ C$  unter Verwendung eines Katalysatorsystems, dadurch gekennzeichnet, daß das Katalysatorsystem als aktive Bestandteile

55 a) Übergangsmetallkomplexe gemäß den Ansprüchen 1 bis 3 und

b<sub>1</sub>) eine offenkettige oder cyclische Alumoxanverbindung der allgemeinen Formeln VI oder VII



in der R<sup>11</sup> eine C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe bedeutet und o für eine Zahl von 5 bis 30 steht und/oder

b<sub>2</sub>) kationenbildende Verbindungen enthält.

8. Verwendung der gemäß Anspruch 7 hergestellten Polymerisate von C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>-Alk-1-enen zur Herstellung von Fasern, Folien und Formkörpern.

9. Fasern, Folien und Formkörper, erhältlich aus den gemäß Anspruch 7 hergestellten Polymerisaten als wesentliche Komponente.

#### Claims

1. A transition metal complex of the general formula I



where the variables have the following meanings:

M is titanium, zirconium, hafnium, vanadium, niobium, tantalum or a rare earth metal,

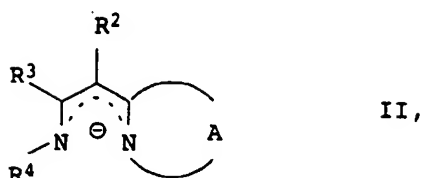
X is fluorine, chlorine, bromine, iodine, hydrogen, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-aryl or OR<sup>1</sup>,

R<sup>1</sup> is C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-aryl, alkylaryl, arylalkyl, fluoroalkyl or fluoroaryl each having from 1 to 10 carbon atoms in the alkyl radical and from 6 to 20 carbon atoms in the aryl radical,

m is 1 or 2,

n is 4-m when M is titanium, zirconium or hafnium, or is 5-m when M is vanadium, niobium or tantalum, or is 3-m when M is a rare earth metal, and

L is a ligand of the general formula II



10 where

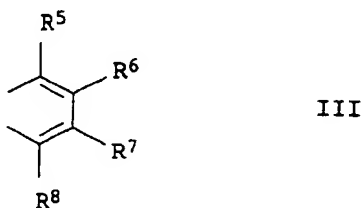
15 A is a bridge which together with the nitrogen and carbon atoms to which it is connected forms a five-membered or six-membered, unsubstituted or substituted aromatic ring which can also contain two further heteroatoms selected from the group consisting of oxygen, sulfur and nitrogen and can be fused to a further isoaromatic or heteroaromatic system having two, three or four rings,

R<sup>2</sup> is hydrogen, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-aryl, tri-(C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>)alkylsilyl or tri-(C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>)arylsilyl,

20 R<sup>3</sup> is a C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-aryl-, C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-fluoroaryl-, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-alkyl or C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-fluoroalkyl radical which bears no hydrogen on the α-carbon atom and

25 R<sup>4</sup> is hydrogen, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-aryl, tri-(C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>)alkylsilyl or tri-(C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>)arylsilyl.

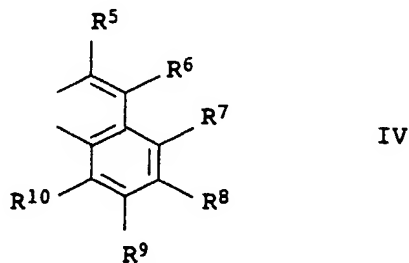
2. A transition metal complex as claimed in claim 1 in which A is a bridge of the general formula III



35 where the substituents

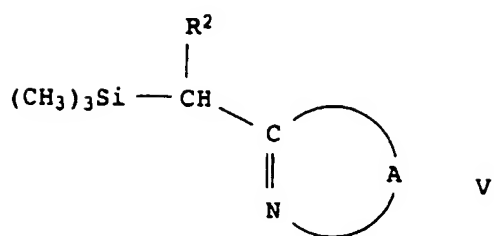
R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup> are hydrogen, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>-aryl or corresponding substituents bonded via oxygen, sulfur, nitrogen or phosphorus, nitro or nitroso.

40 3. A transition metal complex as claimed in claim 1 in which A is a bridge of the general formula IV

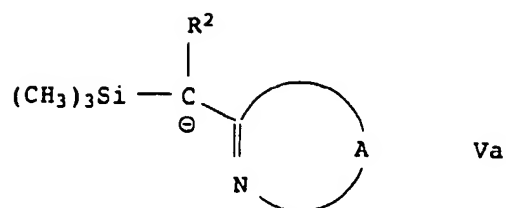


where the substituents R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> and R<sup>8</sup> are as defined above and R<sup>9</sup> and R<sup>10</sup> likewise have the same meanings.

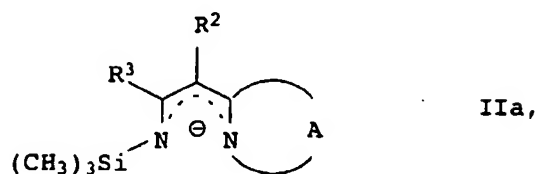
55 4. A process for preparing a transition metal complex as claimed in claim 1, which comprises converting a compound of the general formula V



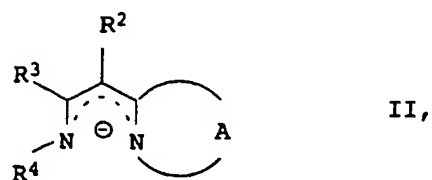
10 by means of a strong base into the anion Va



25 reacting this with a nitrile  $\text{R}^3\text{-CN}$  to give the anion IIa

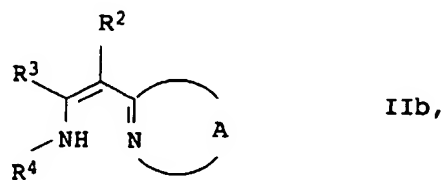


35 if desired replacing the protective group  $(\text{CH}_3)_3\text{Si-}$  by reaction with a compound  $\text{R}^4\text{-halogen}$  and reacting the resulting anion II



45 with a transition metal compound of the formula  $\text{MX}_{m+n}$ .

5. A  $\beta$ -diketimine of the general formula IIb

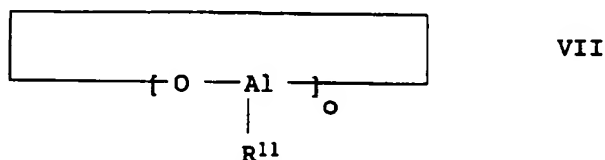
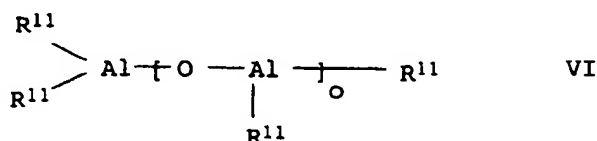


where the variables are as defined above.

6. Use of transition metal complexes as claim d in any of claims 1 to 4 as catalysts for polymerizing olefins.
7. A process for preparing polymers of C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>-alk-1-enes at pressures of from 0.5 to 3000 bar and at from -50 to 300°C using a catalyst system, wherein the catalyst system comprises as active constituents

a) transition metal complexes as claimed in claims 1 to 3  
and

b<sub>1</sub>) an open-chain or cyclic aluminoxane compound of the general formula VI or VII



where R<sup>11</sup> is C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkyl and o is from 5 to 30  
and/or

b<sub>2</sub>) cation-forming compounds.

8. Use of the polymers of C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>-alk-1-enes prepared as claimed in claim 7 for producing fibers, films and moldings.
9. Fibers, films and moldings obtainable from the polymers prepared as claimed in claim 7 as significant components.

# Revendications

1. Complexes de métaux de transition de formule générale I



dans laquelle les symboles ont les significations suivantes :

M représente le titane, le zirconium, le hafnium, le vanadium, le niobium, le tantale ou un métal des terres rares,

X représente le fluor, le chlore, le brome, l'iode, l'hydrogène, un groupe alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>, aryle en C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub> ou OR<sup>1</sup>,

R<sup>1</sup> représente un groupe alkyle en C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>, aryle en C<sub>6</sub>-C<sub>15</sub>, alkylaryle, arylalkyle, fluoralkyle ou fluoraryle contenant chacun un à dix atomes de carbone dans la partie alkyle et six à vingt atomes de carbone dans la partie aryle,

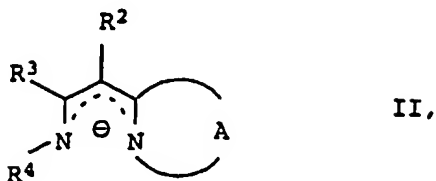
m est égal à 1 ou 2,

n est égal à 4-m lorsque M représente le titane, le zirconium ou le hafnium, ou bien il est égal à 5-m lorsque M représente le vanadium, le niobium ou le tantale, ou bien il est égal à 3-m lorsque M représente un métal



des terres rares et

L représente un ligand de formule générale II



dans laquelle

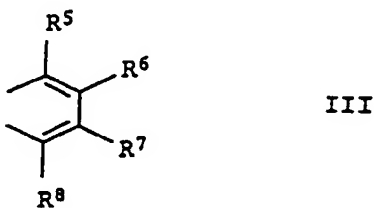
15 A représente un pont qui, avec l'atome d'azote et l'atome de carbone auxquels il est relié, forme un cycle aromatique à cinq ou six chaînons éventuellement substitué et qui peut encore contenir deux autres hétéroatomes choisis parmi l'oxygène, le soufre et l'azote qui peut être condensé avec un autre système iso- ou hétéro-aromatique di-, tri- ou tétra-cyclique,

20 R<sup>2</sup> représente l'hydrogène, un groupe alkyle en C1-C10, aryle en C6-C15, tri-(alkyle en C1-C10)silyl ou tri-(aryle en C6-C15)silyl,

25 R<sup>3</sup> représente un groupe aryle en C6-C15, fluoraryle en C6-C15, alkyle en C1-C10 ou fluoralkyle en C1-C10 qui ne porte pas d'hydrogène sur l'atome de carbone alpha et

R<sup>4</sup> représente l'hydrogène, un groupe alkyle en C1-C10, aryle en C6-C15, tri-(alkyle en C1-C10)silyl ou tri-(aryle en C6-C15)silyl.

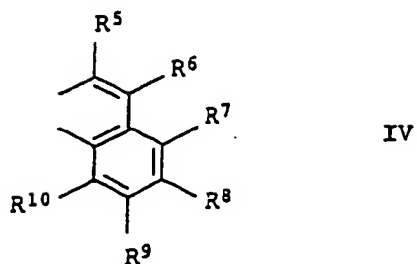
- 30 2. Complexes de métaux de transition selon la revendication 1 pour lesquels A représente un pont de formule générale III



dans laquelle les symboles

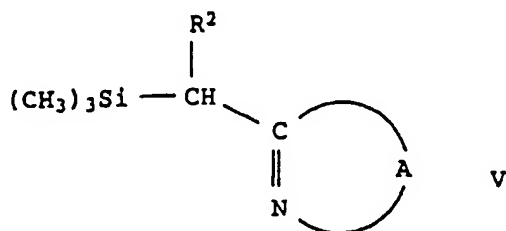
45 R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup> représentent l'hydrogène, des groupes alkyle en C1-C10, aryle en C6-C15 ou les substituants correspondants reliés par l'intermédiaire de l'oxygène, du soufre, de l'azote ou du phosphore, des groupes nitro ou nitroso.

- 50 3. Complexes de métaux de transition selon la revendication 1, pour lesquels A représente un pont de formule générale IV

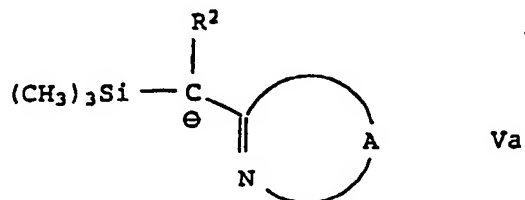


15 dans laquelle les symboles  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$  et  $R^8$  ont les significations indiquées ci-dessus et  $R^9$  et  $R^{10}$  ont les mêmes significations.

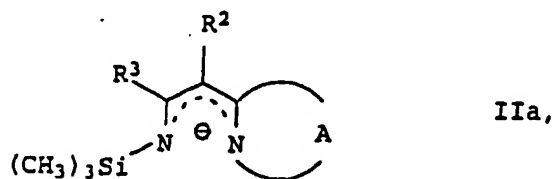
- 20 4. Procédé de préparation des complexes des métaux de transition selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on convertit un composé de formule générale V



30 à l'aide d'une base forte, en l'anion Va

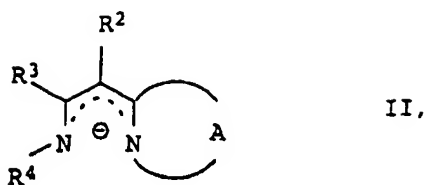


40 qu'on fait réagir avec un nitrile  $R^3$ -CN, ce qui donne l'anion IIa



50 dans lequel le cas échéant on remplace le groupe protecteur  $(CH_3)_3Si$ -par réaction avec un composé  $R^4$ -halogène, ce qui donne l'anion II

5

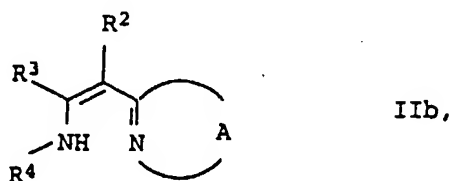


10

qu'on fait réagir avec des dérivés de métaux de transition de formule  $MX_{m+n}$ .

5. Bêta-dicétimines de formule générale IIb

15



20

dans laquelle les symboles ont les significations indiquées ci-dessus.

25

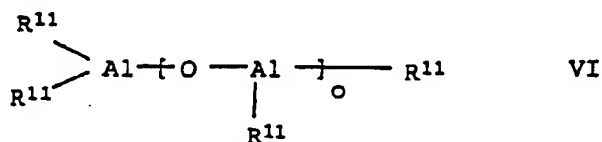
6. Utilisation des complexes de métaux de transition des revendications 1 à 4 en tant que catalyseurs de la polymérisation des oléfines.

30

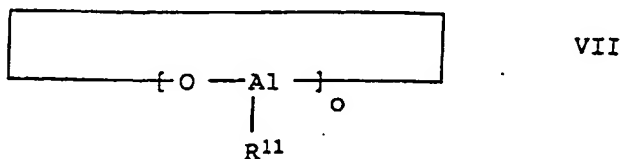
7. Procédé de préparation de polymères d'alcènes-1 en C2-C10 à des pressions de 0,5 à 3000 bar et des températures de -50 à +300°C avec utilisation d'un système catalyseur, caractérisé par le fait que le système catalyseur contient en tant que constituants actif

- a) des complexes de métaux de transition selon les revendications 1 à 3 et
- b<sub>1</sub>) un aluminoxane cyclique ou acyclique de formule générale VI ou VII

35



40



45

dans lesquelles  $R^{11}$  représente un groupe alkyle en C1-C4 et o est un nombre allant de 5 à 30, et/ou  
b<sub>2</sub>) des composés formant des cations.

50

8. Utilisation des polymères d'alcènes-1 en C2-C10 préparés selon la revendication 7 pour la fabrication de fibres, de feuilles et d'objets moulés.

55

9. Fibres, feuilles et objets moulés obtenus à partir des polymères préparés selon la revendication 7 en tant qu'ingrédients essentiels.